geovagando

in Friuli Venezia Giulia

>> un viaggio geologico alla scoperta dei geositi delle Alpi e Prealpi Carniche

a geological journey to discover the geosites in the Carnic Alps and Pre-alps

Quaderni di geologia del Friuli Venezia Giulia

A CURA DI / *EDITED BY*
Rodolfo Riccamboni

RESPONSABILE DEL PROGETTO / *PROJECT MANAGER*
Pierpaolo Gubertini
Direttore Servizio geologico, Direzione centrale ambiente ed energia
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

REFERENTI TECNICI / *TECHNICAL REFEREES*
Chiara Piano
Servizio geologico, Direzione centrale ambiente ed energia
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

TESTI / *TEXTS*
Rodolfo Riccamboni, Sara Biolchi

ARCHIVI FOTOGRAFICI / *PHOTOGRAPHIC ARCHIVES*
Archivio CarniaMusei [1, 2, 3, 37, 38], Rodolfo Riccamboni

REVISIONE TESTI / *PROOFREADING*
Giancarlo Massari, Giuseppe Muscio

TRADUZIONI / *TRANSLATION*
Paul Tout

Progetto finanziato dal programma INFEA (INFormazione Educazione Ambientale) 2012
Project funded by INFEA (Information Environmental Education) 2012

Alpi e Prealpi Carniche
The Carnic Alps and Pre-alps

Le rocce più antiche nelle Alpi Carniche risalgono al Paleozoico (fine dell'Ordoviciano, 460-445 milioni di anni fa) e sono principalmente siltiti grigio-verdi e giallastre con fossili di organismi che popolavano antichi fondali di un mare poco profondo.
Quando nel Siluriano (445-415 milioni di anni fa) una calotta glaciale, che occupava l'odierno deserto del Sahara, iniziò a sciogliersi, vi fu un aumento del livello del mare che portò ad ambienti profondi in cui si deposero rocce molto scure (argilliti e siltiti) ricche in fossili di Graptoliti. Alla fine del Siluriano il mare tornò poi a ritirarsi. Nel Devoniano (415-360 milioni di anni fa) l'abbassamento del livello marino e un clima tropicale favorirono lo sviluppo di un ambiente con scogiere coralline che produsse i calcari di scogliera (Monte Coglians). Alla fine del Devoniano il mare tornò ad approfondirsi portando all'annegamento delle scogliere coralline e alla morte degli organismi biocostruttori tipici di questi ambienti. Si deposero calcari con fossili di Ammoniti e Trilobiti. All'inizio del Carbonifero si accumularono sedimenti derivanti dall'erosione delle terre emerse (Formazione dell'Hochwipfel) e da vulcani (Formazione del Dimon). La spinta compressiva dell'Africa e dell'America Settentrionale (orogenesi Ercinica) diede origine alla Catena Paleocarnica che una volta emersa fu successivamente

The oldest rocks in the Carnic Alps date back to the Palaeozoic era (late Ordovician, 460 million to 445 million years ago) and are mainly greenish-grey and yellowish siltstones containing fossils of ancient organisms that lived in the bottom of a shallow sea.
When, during the Silurian Period (445 million to 415 million years ago), an ice cap occupying the present-day Sahara Desert began to melt, there was an increase in the sea level that brought about deep environments in which were laid down very dark rocks (shales and siltstones) rich in Graptolite fossils. At the end of the Silurian the sea again began to retreat. During the Devonian (415 million to 360 million years ago) the lowering of sea-levels and a tropical climate favoured the development of an environment that produced the coral reefs that gave rise to reef limestones (Monte Coglians). At the end of the Devonian period the sea began to deepen once again, drowning the coral reefs and bringing about the death of bioconstructor organisms typical of these environments, as well as laying down limestones containing the fossils of Trilobites and Ammonites. At the beginning of the Carboniferous sediments accumulated from the erosion of emergent land (the Hochwipfel formation) and volcanoes (the Dimon formation). The compressive forces of Africa and North America (the Hercynian orogeny) gave rise to the Palaeocarnic chain that, having

erosa e sepolta da sedimenti. Si formarono così ampie vallate ricche di vegetazione; il clima caldo per vicinanza all'Equatore, favorì la proliferazione della vegetazione e la successiva formazione di giacimenti di carbone. All'inizio del Permiano il mare si approfondì nuovamente lasciando spazio a un ambiente di scogliera corallina, durante il Permiano medio la regione carnica fu soggetta ad un nuovo sollevamento in un clima arido e alla conseguente deposizione delle Arenarie Rosse di Val Gardena, una formazione rocciosa dal tipico colore rossastro, quasi priva di fossili. Le condizioni climatiche favorirono un'elevata evaporazione che portò alla formazione di gessi e dolomie cariate, questi, assieme ai calcari neri (Permiano superiore) costituiscono la Formazione a Bellerophon. Arriviamo così all'inizio del Triassico con un mare molto basso in cui si depositavano marne, siltiti e arenarie multicolore ricche di fossili (Formazione di Werfen). Nel Triassico medio (245-228 milioni di anni fa) la Carnia si trovò nel mare della Tetide in un clima tropicale, nelle acque più basse e tiepide si accumularono grandi spessori di calcari formati da piccoli gusci di conchiglie, alghe calcaree e coralli, mentre nelle più profonde calcari rossi ricchissimi di fossili, siltiti e marne grigi, verdi e neri. Il Triassico superiore (228-220 milioni di anni fa) fu caratterizzato invece da ambienti lagunari, deltizi e di mare basso con un clima arido che favoriva anche la deposizione di gessi. Nel Carnico che prende il nome da questa regione perché qui furono studiati per la prima volta i depositi di questo periodo incontriamo i rettili: incontrastati dominatori di tutti gli ambienti. Tra i fossili troviamo anche pesci, piante e livelli di carbone che testimoniavano la presenza di vicine terre emerse. Nel Triassico superiore (220-200 milioni di anni fa) la regione carnica si trovava in prossimità dei tropici e godeva di un clima arido con un mare basso prossimo

emerged, was later eroded away and buried by sediments. Thus wide valleys, rich in vegetation, were formed in a climate that was warm due to its proximity to the equator, fueling the growth of vegetation and the subsequent formation of coal deposits. At the beginning of the Permian Period the sea deepened once again, giving way to an environment of coral reefs. During the mid-Permian the Carnic region was subject to new lifting in an arid climate with the subsequent deposition of Red Sandstones in Val Gardena, a rock formation of a typical reddish colour, almost completely devoid of fossils. The climatic conditions favoured high evaporation that led to the formation of gypsum and decayed dolomites, these, together with black limestones (upper Permian) constitute the Bellerophon formation. Thus we arrive at the beginning of the Triassic with a very shallow sea in which were deposited marls, siltstones and multicoloured sandstones rich in fossils (the Werfen formation). In the Middle Triassic (245 to 228 million years ago) Carnia found itself in the Tethys ocean in a tropical climate, in warm, shallower waters in which large thicknesses of limestone accumulated, made up of small seashells, corals and coralline algae, while in the deepest water red limestones formed, rich in fossils together with siltstones, grey, green and black marls. The late Triassic (228 to 220 million years ago) was, however, characterized by lagoon environments, deltas and shallow seas with an arid climate that also favoured the deposition of gypsums. In the Carnian Stage, which takes its name from this region because the deposits of this time period were studied here for the first time, we find reptiles, the undisputed rulers of all the environments. Among the fossils there are also fish, plants and layers of coal that attest to the presence of emergent land nearby. In the late Triassic (220 to 200 million years ago) the Carnic region was close to the tropics and enjoyed an arid climate with shallow seas close to emergent land. The depos-

alle terre merse. I depositi che si formarono sono dolomie scure bituminose (Dolomia di Forni) con abbondanti resti di crostacei, pesci, rettili e vegetali. Nelle zone di piattaforma carbonatica si depositarono rocce di colore bianco/grigio con abbondanti fossili di bivalvi (megalodontidi), gasteropodi, brachiopodi e tappeti algali (stromatoliti).

Arriviamo al Giurassico (200-145 milioni di anni fa) quando il mare si approfondì nuovamente con la conseguente deposizione di calcari rossi pelagici e calcari con selce (Rosso Ammonitico e Biancone) e abbondanti resti fossili di ammoniti e belemniti.

A partire dall'Eocene, la Carnia fu coinvolta nell'Orogenesi Alpina, subì sollevamento e corrugamento e divenne pertanto zona di erosione e non più di deposizione. Le ultime rocce deposte risalgono infatti a 40 milioni di anni fa.

Nella storia "recente" della Carnia, l'evento geologico più importante è stato il susseguirsi di fasi di espansione glaciale che ha visto il culmine durante la glaciazione Würmiana, circa 18.000 anni fa quando i ghicciai la ricoprivano completamente. A testimonianza di questo evento troviamo una serie di depositi, detti morenici, legati al trasporto dei sedimenti da parte dei ghiacciai. Al loro ritiro, alcune migliaia di anni fa, la Carnia iniziò un lungo processo di erosione che l'ha portata ad assumere l'aspetto che vediamo oggi.

>> La scala tempi geologici si trova nella sezione "info utili".

its that formed are dark bituminous dolomites (the Forni Dolomites) with the abundant remains of shellfish, fish, reptiles and plants. In areas of carbonate platform the rocks deposited are white / grey in colour containing abundant fossils of bivalves (megalodonts), gastropods, brachiopods and algal mats called stromatolites.

Arriving at the Jurassic (200 to 145 million years ago) the sea deepened again, resulting in the deposition of red pelagic limestones and 'cherty' (flinty) limestones (Red Ammonitic and Biancone) and the abundant fossil remains of ammonites and belemnites.

From the Eocene onwards, Carnia was involved the Alpine orogeny, undergoing lifting, corrugation and plication (folding), therefore becoming an area subject to erosion and no longer one of deposition. The last rocks deposited date back to 40 million years ago.

In the "recent" history of Carnia, the most important geological event was the succession of phases of glacial expansion that reached its peak during the Würm glaciation, about 18,000 years ago when the glaciers covered it completely. As evidence of this event we find a series of deposits, called moraines, related to sediment transport by the glaciers. Upon their withdrawal, several thousand years ago, Carnia began to undergo a long process of erosion, leading it to take on the appearance we see today.

>> The geological time scale can be found in the "useful information" section.

9
7
6
8
Timau
Forni
Avoltri
SR355
Rigolato
Ligosullo
Treppo
Carnico
Zovello
Cercivento
Paluzza
Paularo
5
SP23
Pesariis
Prato
Carnico
SR465
Ravascletto
Comeglians
Sutrio
SS52BIS
3
4
Saps
Bevorchians
Ovaro
SP40
Arta
Terme
Fielis
Zuglio
Dordolla
Drentus
SP112
Lateis
SP73
Cludinico
Imponzo
Raveo
Lorenzaso
1
Pradis
Lauco
Fusea
Casanova
Ampezzo
Villa
Santina
Enemonzo
SS52
Invillino
Caneva
Tolmezzo
Moggio
Udinese
2
Priuso
Socchieve
Preone
SP72
Villa
Campiolo
10 km
SS13
SR552
Verzegnis
SS52
SP125
Amaro
Carnia

I geositi / The geosites

Museo geologico della Carnia
The Geological Museum of Carnia

Ampezzo (Udine)
lat. 46.416025, long. 12.794576

Il Museo geologico della Carnia [1], nato nel 1994 con l'obiettivo specifico di valorizzare il patrimonio geologico e paleontologico del territorio, si trova ad Ampezzo, nel centro del paese, e appartiene alla Rete museale CarniaMusei. Qui il visitatore viene guidato in un viaggio attraverso il tempo nell'evoluzione geologica delle Carnia (durata 450 milioni di anni) che ha portato alla deposizione, strato dopo strato, della successione di rocce il cui spessore avrebbe potuto superare addirittura i 10.000 metri. Quello che oggi vediamo è però il risultato di un susseguirsi di movimenti tettonici, piegamenti, corrugamenti, erosioni che hanno stravolto l'originario assetto orizzontale della imponente successione di rocce.
All'interno del Museo possiamo osservare

The Geological Museum of Carnia [1], founded in 1994 with the specific objective of enhancing the geological and palaeontological heritage of the area, is located in Ampezzo, in the centre of the town and is part of the the CarniaMusei museum network. Here the visitor is guided on a journey over time in the geological evolution of Carnia (lasting 450 million years) which has resulted in the deposition, layer upon layer, of the sequence of rocks the thickness of which may even exceed 10,000 metres. What we see today is a consequence of a succession of tectonic movements, bendings, foldings and erosions that have distorted the original horizontal plane of this impressive succession of rocks.
In the museum we can examine rock samples, spectacular fossils [2] from nearby and under-

1

campioni di roccia, spettacolari fossili [2]provenienti dalle vicine località e comprendere, attraverso semplici schemi e disegni [3], gli ambienti e le condizioni climatiche che hanno caratterizzato quest'area per centinaia di milioni di anni.
Il percorso espositivo è rivolto anche ai bambini, ai quali è riservato uno spazio "hands on" dove possono cimentarsi in giochi scientifici basati su temi e illustrazioni presenti nell'area espositiva. Questo aproccio permette di avvicinarsi in modo divertente e giocoso all'affascinante mondo delle Scienze della Terra.
Il percorso, realizzato nel pieno rispetto dei principi di accessibilità universale, è dotato di apparato didascalico in lingua braille dedicato a ipovedenti e non vedenti; è inoltre possibile toccare con mano alcune rocce e seguire con le dita i contorni di alcuni fossili.
Nel Museo è presente una biblioteca e un angolo lettura per la consultazione di testi scientifici rivolti a bambini e adulti.
Sono disponibili audioguide, postazioni multimediali e interattive che consentono un approccio moderno alle tematiche geologiche.
L'ingresso è gratuito.
L'orario estivo prevede visite tutti i giorni escluso il lunedì dalle 9.30 alle 12.30 e dalle 15.00 alle 18.00.
L'orario invernale invece prevede l'apertura solo nelle giornate di sabato e domenica, dalle 15.00 alle 18.00.

stand, through simple diagrams and drawings [3], the environments and climatic conditions that characterized this area for hundreds of millions of years.
The exhibition is also aimed at children, for whom a "hands-on" space is reserved where they can try their hand at games based on the scientific themes and illustrations in the exhibition area. This approach allows them to get to know the fascinating world of Earth Sciences in a fun and playful setting.
The route, designed in full compliance with the principles of universal accessibility, has teaching apparatus in Braille for the blind and visually impaired. You can also touch some rocks and follow the outlines of some fossils with your fingers.
The Museum has a library and reading corner for the consultation of scientific texts for both adults and children.
Audio guides are available together with interactive multimedia stations that allow a modern approach to geological themes.
Admission is free.
The summer schedule includes guided visits every day except Monday from 9.30 to 12.30 and from 15.00 to 18.00.
In winter, however, the museum is only open on Saturday and Sunday, from 15.00 to 18.00.

Pesci e rettili triassici di Preone
Triassic fish and reptiles in Preone

Preone (Udine)
lat. 46.387423, long. 12.860601

Questo importante geosito si trova nella Valle del Rio Seazza Stavoli Lunas in Comune di Preone ed è considerato uno dei geositi più importanti dal punto di vista paleontologico del Mesozoico per il rinvenimento di migliaia di reperti fossili di crostacei, vegetali, pesci e rettili terrestri, tra cui alcuni tra gli pterosauri più antichi conosciuti al mondo. Dal paese di Preone occorre seguire la segnaletica e percorrere una strada asfaltata per circa 400 metri fino a raggiungere uno spiazzo, una fontana e una scala con tabellone informativo [4]. Il sentiero paleontologico è un percorso ad anello (c.a 1h) attrezzato con tabelloni illustrativi [5, 6] e punti di osservazione dei tipici affioramenti rocciosi in cui sono stati rinvenuti fossili. La roccia che li contiene è chiamata Do-

This important geological site is located in the Valle del Rio Seazza Stavoli Lunas in the municipality of Preone and is considered one of the most important geological sites in terms of palaeontology for the Mesozoic as a result of the discovery of thousands of fossils of shellfish, plants, fish and terrestrial reptiles, including some of the oldest known pterosaurs in the world. From the village of Preone one must follow the signs and take a paved road for about 400 metres until you reach an open space with a fountain and some steps beside an information board [4]. The palaeontological path is a circular route (lasting about 1 hour) equipped with further information boards [5, 6] and viewpoints of the typical rocky outcrops where fossils have been found. The rock containing them is called Forni

lomia di Forni [7, 8], risalente al Norico medio-superiore (circa 210 milioni di anni fa) ed è costituita da dolomie scure sottilmente stratificate e laminate depositate in un ambiente marino relativamente profondo (200-400 m), a circolazione ristretta e con poco ossigeno. Queste condizioni, estremamente ostili alla vita degli organismi, specialmente sul fondale marino, hanno favorito la fossilizzazione di tutti quegli organismi che popolavano la parte superiore della colonna d'acqua. Si sono così depositati sul fondo pesci, gamberi ma anche piante e rettili che invece vivevano sulle terre emerse e venivano trasportati in mare dopo la loro morte.

Tra i fossili più rappresentativi sono stati rinvenuti pesci di diverse specie tra cui i folidoforiormi (*Eopholidorphus*, noto solo in Friuli), i peltopleuridi che probabilmente vivevano in gruppo come le attuali sardine, altri che potevano superare i 35 cm di lunghezza, dotati

Dolomite [7, 8] and dates back to the mid-upper Norian (about 210 million years ago) and consists of dark dolomite, subtly layered and laminated, deposited in a relatively deep (200-400 m) marine environment with scarce circulation and little oxygen. These conditions, extremely hostile for the life of organisms, particularly on the seabed, have favoured the fossilisation of all the organisms that populated the upper part of the water column. Thus on the bottom were deposited fish and shrimps, as well as plants and reptiles that lived on dry land and that were swept into the sea after their deaths.

*Among the most representative fossils found are several fish species including the pholidophoriforms (*Eopholidorphus*, known only from Friuli), the peltopleurids which probably lived in shoals like the sardines do today, together with others that could exceed 35 cm in length with chisel-shaped front teeth to bite molluscs and crustaceans and even predatory fish that could*

5

6

7

8

di denti anteriori a forma di scalpello per addentare molluschi e crostacei, nonché pesci predatori che potevano raggiungere il metro e mezzo di lunghezza, pesci volanti e altri del gruppo di squali e razze. Tra gli animali "terrestri" ricordiamo gli pterosauri (rettili volanti tra i più antichi al mondo), il *Megalancosaurus preonensis* (piccolo rettile arboricolo) e il *Langobardisaurus* (lucertolone dalla dentatura specializzata che si nutriva di molluschi e crostacei). Sono comuni infine anche i resti di piante provenienti dalle vicine terre emerse, come rametti di conifere simili all'araucaria che portano a supporre un antichissimo clima arido.

Alcuni di questi meravigliosi fossili [11, 12] si possono osservare presso il piccolo ma preziosissimo Museo di Preone [9, 10] e ancora presso il Museo Friulano di Storia Naturale di Udine e il Museo Geologico della Carnia di Ampezzo [1].

reach a metre and a half in length, flying fish and others belonging to the family of sharks and rays. Among the "terrestrial" animals there were pterosaurs (some of the oldest flying reptiles in the world), Megalancosaurus preonensis *(a small arboreal reptile) and* Langobardisaurus *(a lizard with specialized teeth that ate shellfish). Finally, the remains of plants from the nearby land are common, such as the branches of conifers similar to the Araucaria or monkey-puzzle tree that suggest an arid ancient climate.*

Some of these wonderful fossils [11, 12] can be seen at the small but extremely important Preone Museum [9, 10] as well as at the Friuli Museum of Natural History in Udine and the Geological Museum of Carnia in Ampezzo [1].

Limite Paleozoico-Mesozoico lungo il Torrente Bût

The Palaeozoic-Mesozoic boundary along the Bût Torrent

3

Arta Terme (Udine)
Strada Statale 52bis
lat. 46.483781, long. 13.008316

Il Torrente Bût, nel tratto di strada tra Arta Terme e Zuglio, ha portato alla luce, grazie alla sua erosione, un affioramento roccioso alto oltre 400 m [13] che testimonia uno dei più importanti eventi nella storia geologica della Carnia. Non solo…della storia geologica di tutto il mondo. Si tratta del limite tra il Paleozoico e il Mesozoico (circa 250 milioni di fa), quando la Terra ha assistito ad una tra le più drammatiche estinzioni di massa, più grave ed evidente di quella occorsa al limite tra il Cretacico e il Terziario (… e che possiamo trovare sul Carso).
Questo importante limite è osservabile dalla

Erosion along the Bût Torrent, on the stretch of road between Arta Terme and Zuglio has brought to light a rocky outcrop over 400m high [13] that bears testimony to one of the most important events in geological history, not just of Carnia but the geological history of the world. This is the boundary between the Palaeozoic and Mesozoic (about 250 million years ago), when the Earth witnessed one of the most dramatic mass extinctions, even more serious and obvious than that which occurred at the boundary between the Cretaceous and the Tertiary (... and which we can observe on the Karst).

strada, magari al mattino quando la parete rocciosa è illuminata dal sole, dal ponte sul Rio Randice [14] sulla Strada Statale 52 bis, 2 km a monte di Arta Terme. Come riconoscerlo? Osservando la parete si nota come ad un certo punto le rocce passano da un colore scuro, nerastro, ad un colore più chiaro, grigio. Questa variazione di colore corrisponde al passaggio tra due importanti e caratteristiche formazioni geologiche: la Formazione a Bellerophon (dal nome del gasteropode che la popola ma molto raro da trovare) [15, 16] e la Formazione di Werfen. La prima, soprattutto nella sua parte sommitale, è costituita da calcari scuri, ricchi in microfossili, che si sono formati in ambiente lagunare. La seconda, al contrario, è composta nei primi metri da calcari privi di ogni tipo di fossile ("sterili"). La causa che ha portato a all'estinzione globale di quasi il 98% delle specie viventi è ancora dibattuta e gli studiosi hanno pensato di far corrispondere questo evento al limite tra due ere geologiche: il Paleozoico e il Mesozoico, ovvero quello tra i rispettivi periodi: il Permiano e il Triassico.
Il momento di crisi è testimoniato dall'assenza di resti di fossili nei primi strati (quelli più in basso) della Formazione di Werfen mentre risalendo verso l'alto si ha l'evidenza che le condizioni ambientali cambiarono decisamente favorendo la vita di organismi che ritroviamo oggi come fossili. Qui si possono riconoscere strati sottili e regolari di calcari che si sono formati in un ambiente marino aperto, non profondo prossimo

This important boundary is observable from the road, from the bridge over the Rio Randice [14] on the main 52 bis road, 2 km upstream from Arta Terme and is perhaps best looked at in the morning when the rock face is illuminated by the sun. How does one recognise it? Looking at the rock face we see that at a certain point the rocks change from dark and blackish, to a lighter grey colour. This colour change corresponds to the transition between two important and distinctive geological formations, the Bellerophon Formation [15, 16] (named after the fossil gastropod that its found within it but is very rarely encountered) and the Werfen Formation. The first, especially in its upper part, is made up of dark limestones, rich in microfossils, which were formed in a lagoon environment. The second, on the contrary, in its first few metres, consists of limestones devoid of any type of fossil (it is "sterile"). The events that led to the global extinction of nearly 98% of living species is still hotly debated and scholars have thought to match this event to the boundary between two geological eras: the Palaeozoic and Mesozoic and more precisely between two geological periods: the Permian and the Triassic.
This time of crisis is evidenced by the absence of fossil remains within the first layers (the lower ones) of the Werfen Formation but going upwards (towards the present) the environmental conditions change decisively, favouring the life of organisms that we find as fossils. Here one can see

14

15

a lagune basse soggette ad evaporazione e frequenti emersioni.
A testimonianza di questi particolari eventi, si può osservare sulla parete un livello giallastro (chiamato Orizzonte di Andraz) che deve il suo colore a fenomeni di ossidazione precoce.
Un'altra particolarità di questo sito sono le cosiddette "Dolomie Cariate" del Bellerophon [16]che presentano cariature (vuoti) e forme di erosione e concrezioni dovute alla loro storia geologica tormentata (orogenesi alpina e frantumazione a causa dei sottostanti gessi, altamente solubili e "plastici").
In conclusione, osservando attentamente l'affioramento roccioso, possiamo riconoscere dal basso verso l'alto: i gessi, le dolomie cariate e i calcari neri della Formazione a Bellerophon e la Formazione di Werfen .
Praticamente una storia lunga quasi 10 milioni di anni in 400 metri di potenza (spessore), comprensiva di un'estinzione di massa a livello globale!

regular thin layers of limestone that formed in an open marine environment, not very deep, close to shallow lagoons that were subject to evaporation and frequent emergences as dry land.
As evidence of these special events, on the rockface the observer can see a yellowish layer (called the Andraz Horizon) that owes it colour to early oxidation.
Another special feature of this site are the so-called "decayed dolomites" of the Bellerophon formation [16], exhibiting hollows and forms of erosion and concretions due to their tormented geological history (Alpine orogeny and crushing due to the underlying, highly soluble and "plastic" gypsums).
In conclusion, if we look closely at the rocky outcrop, we can recognise, from the bottom upwards, the gypsums, decayed dolomites and black limestones of the Bellerophon and the Werfen formations.
In practice we are witnessing a history spanning almost 10 million years in 400 metres thickness, taking in a mass global extinction!

16

Cascata di Salino
The Salino Waterfall

Salino, Paularo (Udine)
lat. 46.503550, long. 13.109666

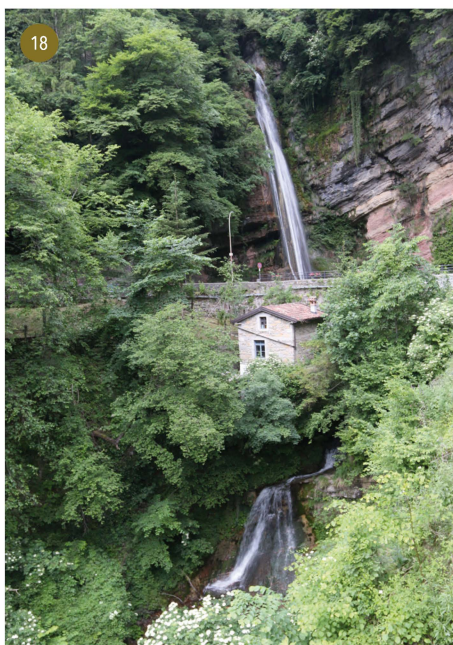
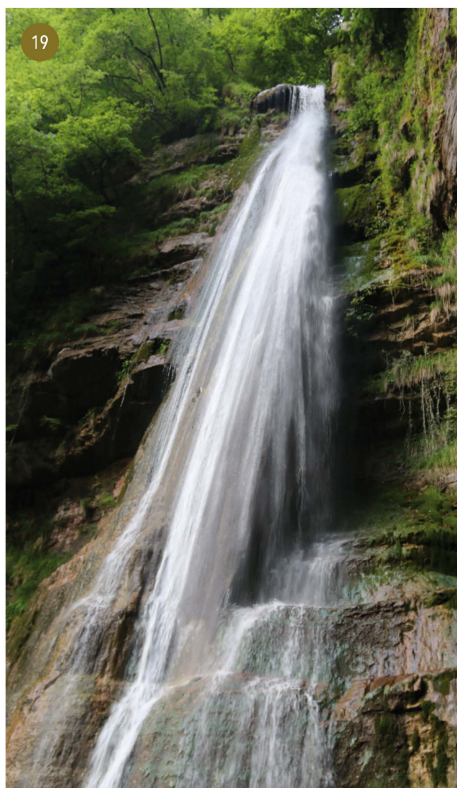
Percorrendo la vecchia strada della Val d'Incarojo che collega Paularo con le piccole frazioni montane di Rivalpo, Chiaulis, Trelli, Lambrugno e Salino, in corrispondenza di una stretta curva, si trova la spettacolare cascata di Salino [17]. Per l'acqua che proviene dal Rio Roia si tratta di un salto di 30 metri che la conduce verso valle, al Torrente Chiarsò.
Le particolarità di questa cascata, al di là del suo splendore, sono due: le rocce attraversate e la particolare copertura di travertino. Si riconosce infatti una successione variamente colorata di peliti rossastre, calcari giallastri e grigi, calcari marnosi, appartenenti al Membro di Cencenighe [20]; l'ultima nonché la più "giovane" sottounità della Formazione di

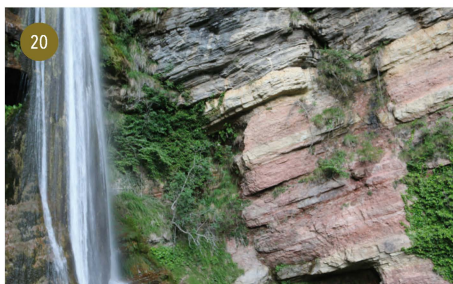
Driving along the old road of the Val d'Incarojo connecting Paularo with the small mountain hamlets of Rivalpo, Chiaulis, Trelli, Lambrugno and Salino, at a sharp bend in the road there is the spectacular Salino waterfall [17]. For the water that comes from the Rio Roia this is a fall of 30 metres that leads it down into the valley to the Chiarsò stream.
There are two peculiarities of this waterfall, in addition to its natural glory. The rocks that it crosses, a succession of variously-coloured reddish mudstones, yellowish and grey limestones and marly limestones, belong to the Cencenighe Member [20], the last and the "youngest" sub-unit of the Werfen Formation of the upper Triassic as well as the unusual covering of travertine [19] that has formed close to the rock face.

17

Werfen del Triassico superiore; sino alla copertura di travertino [19] a ridosso della parete rocciosa.
Il processo di formazione del travertino è legato alla precipitazione del carbonato di calcio disciolto nell'acqua. Durate la caduta l'acqua nebulizzata [18] libera una maggiore quantità di anidride carbonica e a causa del calo di pressione del gas il carbonato di calcio disciolto nell'acqua viene rilasciato e si deposita sulla parete di roccia.
Questo spettacolo può essere visto anche da più vicino…basta scendere il breve sentiero che dalla strada conduce ai piedi della cascata per seguire ogni istante della caduta libera. Il fragore dell'acqua e il suo movimento continuo, così costante e veloce da farla sembrare "ferma", rendono il geosito della cascata di Salino un posto unico e affascinante.

18

19

The process of formation of travertine is linked to the precipitation of calcium carbonate dissolved in water. During the fall, the nebulised water [18] frees a greater amount of carbon dioxide and, because of the drop in the pressure of the gas, the calcium carbonate dissolved in the water is released and is then deposited on the rock-face.
This spectacle can also be examined from close up ... just go down the short trail that leads from the road to the foot of the waterfall to follow every moment of its free fall. The roar of the water and its continuous movement, so constant and rapid, make it seem to "stop", making the Salino Waterfall a unique and fascinating geosite.

20

Delta conoide di Dierico
The alluvial fan of Dierico

Dierico (Udine)
lat. 46.515305, long. 13.130008

L'abitato di Dierico si trova nell'alto canale d'Incarojo e si raggiunge percorrendo la strada provinciale 23 che collega Cedarchis a Paularo risalendo la valle percorsa dal Torrente Chiarsò [22].
Il paese è situato sulla sponda sinistra del torrente, alla confluenza con il Rio Mueia e sorge su un conoide alluvionale [21], un imponente corpo sedimentario a forma di ventaglio, a una quarantina di metri di quota rispetto al fondovalle. Il paese di Dierico è "in discesa" e le due scarpate che lo delimitano sono dovute all'erosione di entrambi i corsi d'acqua. I sedimenti che costituiscono il conoide sono ghiaie sabbiose deposte in strati debolmente inclinati. Al di sotto di queste, i geologi hanno individuato sedimenti tipici lacustri. Grazie a questi ultimi

The town of Dierico is located in the upper reaches of the Incarojo Canal and is reached by going along the provincial road n. 23 linking Cedarchis to Paularo, up the valley cut by the Chiarsò Torrent [22].
The village is situated on the left bank of the Chiarsò Torrent, at the confluence with the Rio Mueia and stands on an alluvial fan [21], an impressive fan-shaped sedimentary body, about forty metres above the valley floor. The village of Dierico is "downhill" and the two slopes that surround it are due to the erosion by both streams. The sediments that make up the cone are sandy gravels deposited in weakly-inclined layers. Below these, geologists have identified typical lacustrine sediments. Using these it has been possible to reconstruct the "recent" history (which in geological

22

23

è stato possibile ricostruire la storia “recente” (che in termini di tempi geologici comprende gli ultimi 18.000 anni) di questo geosito. Quando i ghiacciai della Glaciazione Würmiana si ritirarono, a causa di un innalzamento generale delle temperature, iniziò un periodo di intensa erosione da parte dei corsi d’acqua, con conseguenti frequenti episodi di franamento. Una frana particolarmente voluminosa avrebbe bloccato il deflusso del Torrente Chiarsò e dei suoi affluenti e portato così alla formazione di un lago stretto e allungato nell’alto canale dell’Incarojo. È stato stimato che questo lago si estendesse per 5 km, con una larghezza variabile tra 200 e 500 m e una profondità di 120-150 m. Il paese di Dierico pertanto, poco meno di 18.000 anni fa, si sarebbe trovato al centro di questo lago, in corrispondenza dell’immissario Rio Mueia.

Ma come mai oggi non vediamo più le acque del lago? I detriti trasportati nel tempo dal Chiarsò e dal Mueia si sono riversati nel lago, in particolare quest’ultimo rio avrebbe dato luogo lentamente alla formazione di un ventaglio di detriti, debolmente inclinato. Successivamente, in un intervallo compreso tra 15.000 e 5.000 anni fa, i detriti hanno completamente riempito il lago fino a farlo scomparire. In seguito i due corsi d’acqua hanno inciso in modo lineare questi depositi, mantenendone la forma ma scavandone profondamente i bordi dando così luogo alla formazione delle scarpate che vediamo oggi.

time includes the last 18,000 years) of this site. As the Würm Ice Age glaciers withdrew as a result of a general increase in temperatures, a period of intense erosion by streams began, resulting in frequent landslide episodes. A particularly massive landslide evidently blocked the flow of the Chiarsò Torrent and its tributaries thus leading to the filling of a long and narrow lake in the upper course of the Incarojo. It has been estimated that this lake extended for 5 km, with a width varying between 200m and 500m and a depth of 120m -150 m. Therefore, less than 18,000 years ago, the village of Dierico, would have been at the centre of this lake, in correspondence to the entry point of the Rio Mueia tributary.

But why do we no longer see the waters of the lake today? The debris transported over time from the Chiarsò and Mueia has poured into this lake, and, particularly the latter, would have slowly given rise to the formation of a slightly-inclined alluvial fan. Subsequently, between 15,000 and 5,000 years ago, the debris would have completely filled the lake until it disappeared. In the subsequent millennia, the two torrent have cut into these deposits in a linear fashion, maintaining its shape but cutting away deeply at its edges, thus giving rise to the formation of the slopes that we see today.

Lago Dimon
Lake Dimon

Ligosullo (Udine)
lat. 46.567853, long. 13.061987

Ci troviamo nel Comune di Ligosullo, dove una carrareccia che sale da Castel Valdaier, percorribile solo parzialmente con l'auto, ci conduce fino al Lago Dimon a 1852 m di quota [24].
Il geosito racconta una storia complessa che ci riporta indietro di 300 milioni di anni (quando si sviluppò una catena montuosa precedente a quella Alpina – la Catena Ercinica) ma allo stesso tempo anche di 15.000 anni, quando quest'area era completamente ricoperta dai ghiacciai.
Qui troviamo rocce antichissime: la Formazione del Dimon, costituita da rocce di origine vulcanica risalenti al Carbonifero e le Arenarie Rosse di Val Gardena, dal caratteristico colore rosso-mattone [26], del Permiano superiore. Tra la deposizione delle due formazioni, le spinte tettoniche avvenute circa 300 milioni di anni

We are in the municipality of Ligosullo, where a track that leads from Castel Valdaier, only partially passable in a car, leads to Lake Dimon at 1852 m altitude [24].
The geosite tells a complex story which goes back 300 million years (when there stood a mountain range preceding the Alps - the Hercynian chain) but at the same time to 15,000 years ago, when this area was completely covered by glaciers.
Here we find the ancient materials of the Dimon Formation, made up of volcanic rocks dating back to the Carboniferous and the Red Sandstones of Val Gardena, with their characteristic red-brick colour from the upper Permian [26].
Between the deposition of the two formations, the tectonic forces that occurred about 300 million years ago led to the entire Palaeozoic succession,

25

26

fa portarono tutta la successione paleozoica a piegarsi e a corrugarsi fino a formare una catena montuosa che prende il nome di Catena Ercinica. Con il lento passare del tempo questa catena emerse dal mare (come le Alpi oggi) e fu soggetta all'erosione da parte di antichi corsi d'acqua con il conseguente accumulo di sedimenti: le arenarie rosse. Il limite tra queste due formazioni geologiche è ben visibile seguendo la variazione di colore delle rocce che dal color grigio scuro passano al rosso mattone.
Passando a tempi più recenti, al posto della Catena Ercinica ormai smantellata, troviamo quella Alpina che, a partire da circa 30 milioni di anni fa, ha piegato e sollevato tutta la successione sedimentaria che si è depositata dal Triassico in poi.
Solo 18.000 anni fa il geosito era completamente ricoperto dai ghiacciai che avevano invaso i settori montani della regione (Glaciazione Würmiana). Quando 15.000 anni fa i ghiacci iniziarono a ritirarsi, l'antica conca glaciale del Monte Dimon rimase occupata da un laghetto che inizialmente era maggiore di almeno un terzo rispetto a quello che vediamo oggi. I grossi blocchi rocciosi [25] che osserviamo sul margine sud-orientale della conca sono il risultato di una frana avvenuta circa 10.000 anni fa. Sempre su questo lato, si è sviluppato il principale immissario del lago.

bending and folding to form a mountain range that is called the Hercynian Chain. With the slow passage of time this chain emerged from the sea (like the Alps today) and was subject to erosion by ancient rivers with the consequent accumulation of sediments, the Red Sandstones. The boundary between these two geological formations is clearly visible following the change in the colour of the rocks that go from dark grey to brick red.
Moving on to more recent times ... instead of the Hercynian chain we find the Alpine one that, from about 30 million years ago, lifted and folded the entire sedimentary sequence that had been deposited from the Triassic onwards.
18,000 years ago the geosite was completely covered by the ice that had invaded the mountainous areas of the region (the Würm glaciation). 15,000 years ago when the ice began to retreat, the ancient glacial valley of Monte Dimon was occupied by a lake which was initially at least a third larger than that we see today. The large blocks of rock [25] that we observe around the south-eastern edge of the basin are the result of a landslide that occurred about 10,000 years ago. On this side, the main tributary of the lake developed.

Lago Avostanis
Lake Avostanis

7

Laipacco di Paluzza (Udine)
lat. 46.598439, long. 13.02051

Il Lago di Avostanis [27, 31] si trova in Comune di Paluzza, quasi al confine con l'Austria, nel territorio di Pramosio. Vi si accede percorrendo a piedi una mulattiera, in parte asfaltata [28] che parte dalla Casera Pramosio Bassa [30], situata a quota 1.521 m, raggiungibile in automobile, e arriva alla Casera Pramosio Alta, a quota 1.940 m. La faticosa salita è ripagata dal magnifico paesaggio montano, caratterizzato da verdi pascoli e pareti rocciose, ma soprattutto dal piccolo laghetto, a forma di goccia, meta della nostra passeggiata. Il lago ha origine glaciale, eredità della Glaciazione Würmiana e tardo-Würmiana che ha interessato queste montagne circa 18.000 anni fa. Domina il paesaggio un'imponente parete rocciosa perfettamente verticale alta fino a 150 m e lunga circa 500 m

Lake Avostanis [27, 31] is located in the municipality of Paluzza, near the border with Austria, in the territory of Pramosio. It is accessed on foot along a trail, partly paved [28], that sets off from Casera Pramosio Bassa [30], situated at an altitude of 1521m but accessible by car, and goes to the Casera Pramosio Alta, at an altitude of 1940m. The climb is rewarded by the magnificent mountain scenery, characterized by green pastures and rock-faces, but especially for the small lake, water drop-shaped and the objective of our walk. The lake has a glacial origins from the Late Würmian Ice Age which affected these mountains about 18,000 years ago. Dominating the landscape is a beautiful cliff, perfectly vertical, up to 150m in height and 500m long [31]. Here the tectonic forces have brought the ancient

27

28

29

[31]: si tratta di una superficie di faglia che si è formata nel corso dell'Orogenesi Alpina. Qui le spinte tettoniche hanno porta gli antichissimi calcari del Devoniano superiore – i calcari di Pramosio (tra i più antichi presenti della regione) sopra le peliti e le arenarie della Formazione del Hochwipfel [29], più giovani, del Carbonifero inferiore. Il contatto tra le due formazioni è riconoscibile per una variazione di colore delle rocce (più chiari i calcari, più scure le peliti e le arenarie) e nella morfologia del paesaggio (pareti con evidente stratificazione nei calcari, pendii più dolci e morbidi in parte coperti da vegetazione nelle peliti e arenarie).
Alla base della parete si osservano una serie di conoidi detritici costituiti da grossi blocchi calcarei che si sono accumulati dopo essere stati disgregati dalla parete sovrastante, intensamente fratturata a causa dell'attività della faglia, sotto l'azione del gelo e del disgelo.

limestone of the Upper Devonian – the limestones of Pramosio (among the oldest found in the region) – above the mudstones and sandstones of the younger Hochwipfel Formation [29] dating back to the lower Carboniferous. The contact between the two formations can be recognised by a colour change in the rocks (the limestones are lighter, the mudstones and sandstones darker) and the morphology of the landscape (rockfaces with clear stratification in the limestone, gentler and softer slopes, partly covered vegetation in the case of the mudstones and sandstones).
At the base of the wall one can observe a series of detrital cones made of large limestone blocks that have accumulated after being broken off the rock-face above, intensely fractured because of the activity of the fault under the action of frost and thaw.

30

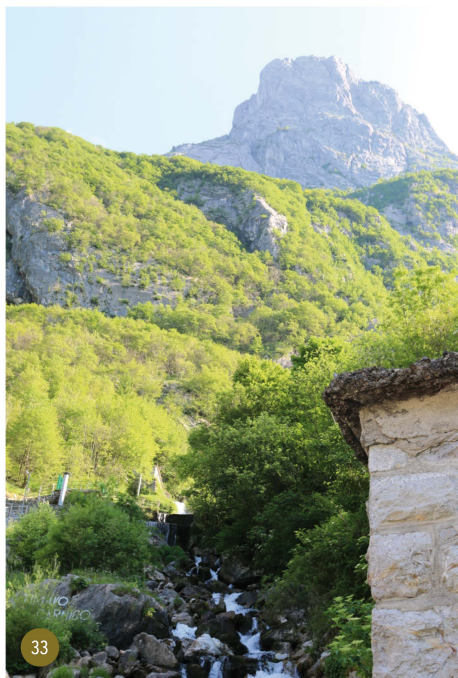
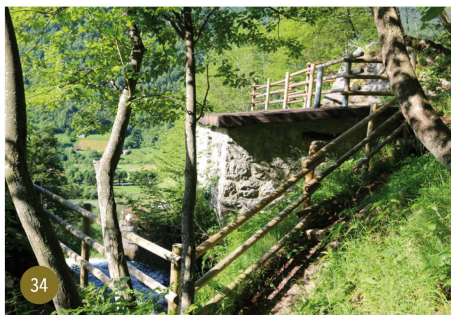
31

Fontanon di Timau
Fontanon Timau

Timau (Udine)
lat. 46.586819, long. 12.993679

Il Fontanon di Timau [32] si trova in Comune di Paluzza ed è raggiungibile dalla Strada Statale 52 bis, poco a monte di Timau, percorrendo il breve sentiero CAI n. 402.
Si tratta di una sorgente carsica perenne in cui le acque sgorgano alla base dell'imponente parete verticale della Creta di Timau [33], costituita da calcari del Devoniano (tra i più antichi nella regione) disposti in strati verticali. Questi devono il loro assetto all'Orogenesi Ercinica avvenuta circa 300 milioni di anni fa. Il massiccio, in seguito alla successiva Orogenesi Alpina, che ha provocato una serie di faglie e fratture, è stato soggetto a fenomeni di carsismo che a loro volta hanno portato allo sviluppo di grotte e cunicoli. Il condotto della sorgente del Fontanon di Timau [35, 36] è par-

The Fontanon Timau [32] is located in the town of Paluzza and can be reached from the main road n. 52 bis, just upstream of Timau, along the short Italian Alpine Club (CAI) path n. 402.
This is a perennial karst spring where the waters emerge at the base of the impressive vertical wall of the Creta di Timau [33], made up of limestones from the Devonian (among the oldest in the region) arranged in vertical layers. These owe their structure to the Hercynian orogeny which occurred about 300 million years ago. Following the later Alpine orogeny which brought about a number of faults and fractures, the massif has been subject to karst phenomena, which in turn has led to the development of caves and tunnels. The conduit of the source of Fontanon di Timau

32

te di un complesso sistema di gallerie.
Le acque di questa sorgente, che ha una portata maggiore di 1 m^3/sec, si riversano nel Torrente Bût dopo aver percorso una ripida discesa tra i massi appartenenti ad un deposito morenico, formatosi circa 16.000 anni fa durante la deglaciazione würmiana.
Sin dai primi del '900 (1913) le acque del Fontanon sono sfruttate per l'approvvigionamento idrico e per la produzione di energia elettrica anche grazie ad un impianto idroelettrico.

[35, 36] is part of a complex system of tunnels.
The waters of this spring, which has a flow greater than 1 m^3 / sec, flow into the Bût Torrent after travelling down a steep hill between the rocks of a glacial deposit, formed about 16,000 years ago during the melting of the glaciers at the end of the Würmian.
Since the start of the last century (1913) the waters of the Fontanon have been exploited for the provision of water and to produce electrical energy using a hydroelectric plant.

Centro Visite delle Alpi Carniche - Geoparco della Carnia
The Carnic Alps Visitor Centre - The Carnia Geopark

Paluzza (Udine)
Località Laghetti
lat. 46.589483, long. 12.972208

Il Centro Visite, situato in località Laghetti di Timau [37], ha come obbiettivo la valorizzazione del patrimonio geo-paleontologico del territorio.
Il percorso espositivo si sviluppa su un unico piano, rispetta i requisiti di accessibilità e comprende attrezzature multimediali, postazioni interattive [38], postazioni hands on con modelli 3D di sezioni geologiche e un laboratorio didattico.
Da una panoramica generale sui geositi della Carnia si passa alla Valle del Bût e ai massicci del Monte Cogliàns, Creta della Chianevate, Chialderate, Monumenz, seguendo la loro evoluzione nel tempo. Vi è uno spazio di approfondimento dedicato alle cavità naturali come le grotte di origine carsica, numerose nei massicci intorno a Timau, e alle cavità artificiali, vecchie miniere abbandonate di argento o altre ancora attive e a cielo aperto per l'estrazione di materiale lapideo come il "Grigio carnico".
Il percorso che si sviluppa tra suggestive immagini di paesaggi alpini, cime maestose, valli e laghetti di origine glaciale termina con la sorgente carsica del Fontanon di Timau.

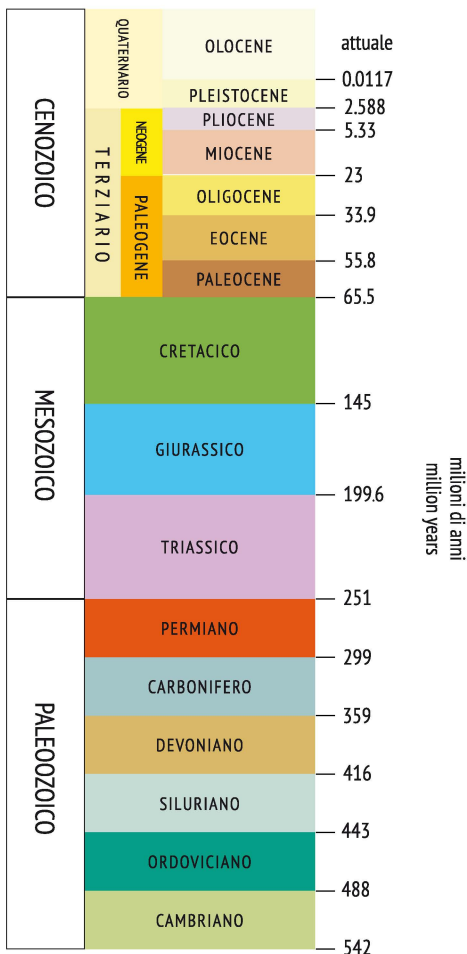
The Visitor Centre, located close to the lakes of Timau [37], has as its goal the enhancement of the geo-palaeontological patrimony of the territory.
The exhibition is spread over one floor, meets modern accessibility requirements and includes multimedia equipment, interactive exhibits [38], hands-on workstations with 3D models of geological sections and an educational workshop.
From a general overview of the geological sites in Carnia the visitor moves on to the Valley of the Bût and the massifs of Monte Coglians, Creta della Chianevate, Chialderate and Monumenz, following their evolution over time. There is also a special section devoted to natural cavities such as the caves of karstic origin that are so frequent within the massifs around Timau, and the artificial cavities such as old abandoned silver mines and others, open-cast, that are still active for the extraction of building stone such as the local "Grigio Carnico".
The route, laid out between evocative images of alpine landscapes, majestic peaks, valleys and glacial lakes ends with the karst spring of Fontanon Timau.

Info utili/*Useful info*

>> Museo geologico della Carnia
Palazzo Unfer
Piazza Zona Libera della Carnia, 5
33020 Ampezzo (Udine)
T. +39 0433 487779
www.carniamusei.org

>> Centro Visite delle Alpi Carniche
Località Laghetti - Timau
33026 Paluzza (Udine)
T. +39 0433 487779
www.carniamusei.org
www.geoparcocarnia.org

>> CarniaMusei
Via Carnia Libera 1944, 29
33028 Tolmezzo (Udine)
T. +39 0433 487779
www.carniamusei.org
carnia.musei@cmcarnia.regione.fvg.it

Scala dei tempi geologici delle rocce affioranti in Carnia.
Geological time scale of rock outcrops in Carnia.

Per saperne di più / *To know more*

>> Geositi del Friuli Venezia Giulia,
a cura di / *by* F. Cucchi, F. Finocchiaro & G. Muscio
Servizio Geologico, Direzione Centrale Ambiente ed Energia,
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, pp. 383,
Tipografia Arti Grafiche Friulane/Imoco Spa, Udine.

Scaricalo gratuitamente all'indirizzo web
Download it for free at the web site:
www.regione.fvg.it/rafvg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela-ambiente-gestione-risorse-naturali/FOGLIA201/FOGLIA18/

La Regione Friuli Venezia Giulia vanta uno tra i patrimoni geologici più affascinanti d'Italia sia per numero di geositi sia per l'importanza che questi rivestono a livello internazionale.
Questa guida, rivolta a tutti, condurrà alla scoperta di alcuni geositi delle Alpi e é Prealpi Carniche attraverso schede di approfondimento e immagini.

The Region of Friuli Venezia Giulia features some of the most fascinating geological heritage in Italy both in terms of the number of geosites and the importance that these have internationally.
This guide, addressed to all, will lead you in the discovery of some geosites in the Carnic Alps and Pre-alps, using fact sheets and images.